

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

AUSLEGESCHRIFT  
1 206 622

Deutsche Kl.: 42 k - 7/05

Nummer: 1 206 622  
Aktenzeichen: S 76204 IX b/42 k  
Anmeldetag: 10. Oktober 1961  
Auslegetag: 9. Dezember 1965

## 1

Die Erfindung betrifft eine Kraftmeßeinrichtung, bestehend aus zwei oder mehreren parallelen, zur Richtung der Meßkraft senkrechten und in Kraft- richtung hintereinandergelegenen federnden Teilen, deren Enden mit zwei steifen Teilen fest verbunden sind, wovon der eine steife Teil im Verhältnis zur Umgebung und zur Einwirkung der Meßkraft in seiner Lage fixiert ist und der andere steife Teil von der Meßkraft beeinflußt wird, wobei die federnden Teile zusammen mit den steifen Teilen aus einem Stück gearbeitet und die federnden Teile mit Dehnungsmeßstreifen versehen sind.

Solche Kraftmeßeinrichtungen sind in einer Anzahl Ausführungsformen bekannt. Die Ausbildung ihrer federnden Teile erfolgt mit Rücksicht auf die Größe der Kräfte, welche man zu messen wünscht. Diese Kräfte sind im folgenden »Meßkräfte« genannt; Kräfte, welche in einer anderen Richtung als die Meßkräfte angreifen, »Seitenkräfte«.

Für größere Meßkräfte als etwa 1 t besteht der federnde Teil im allgemeinen aus einem Zylinder, welcher in seiner Längsachse von der Meßkraft beeinflußt wird, so daß er gestaucht oder auseinandergezogen wird. Die relative Längenänderung — Dehnung oder Stauchung — wird mit den Dehnungsgebern gemessen und ist ein Maß der angreifenden Meßkräfte. Bezüglich der verschiedenen Ausführungsformen der Zylinder wird beispielsweise auf das schwedische Patent 165 227 hingewiesen, in dem die üblichen Typen beschrieben sind.

Für geringere Kräfte als etwa 1 t würde, um eine ausreichende Dehnung zu erhalten, die Querschnittsfläche des Zylinders so klein, daß diese Ausführungsform praktisch nicht anwendbar ist. Statt dessen werden federnde Teile verwendet, die so geformt sind, daß gewisse Teile von ihnen einem biegenden Kraftmoment ausgesetzt werden. Dabei kommen im allgemeinen drei Ausführungsformen zur Anwendung.

Die einfachste besteht aus einem geraden Balken, dessen Ende in einer Unterlage fest eingespannt ist und dessen anderes Ende von der Meßkraft beaufschlagt wird. Hierbei erhält der Balken ein vom Angriffspunkt der Meßkraft aus zunehmendes Moment. Das Moment bewirkt Dehnungen der Balkenaußenfasern, welche mit den Dehnungsmeßstreifen gemessen werden können.

Diese Ausführungsform hat nur begrenzte Anwendung, da die Meßkraft in genau definierter Richtung angreifen muß und die Seitenkräfte zu eliminieren sind, damit keine Zusatzmomente auftreten, die die Dehnungsverteilung längs des Balkens beein-

## Kraftmeßeinrichtung

Anmelder:

Arne Söderholm, Bromma (Schweden)

Vertreter:

Dipl.-Ing. F. Weickmann,  
Dr.-Ing. A. Weickmann,  
Dipl.-Ing. H. Weickmann  
und Dipl.-Phys. Dr. K. Fincke, Patentanwälte,  
München 27, Möhlstr. 22

Als Erfinder benannt:

Arne Söderholm, Bromma (Schweden)

Beanspruchte Priorität:

Schweden vom 10. Oktober 1960 (9761)

--

## 2

fließen und dadurch ein fehlerhaftes Meßresultat ergeben.

Eine Möglichkeit, um dies zu vermeiden, wird dadurch gegeben, daß die Meßkraft über ein biegbares Seil oder eine Stange übertragen wird, was nur ein geringes Biegemoment zur Deformation erfordert. Wird der Angriffspunkt der Kraft in der Stange fixiert oder durch eine mechanische Steuerungsanordnung unbedeutend geändert, kann die Größe der zum Balken übertragenen Zusatzmomente auf eine vernachlässigbare Größe reduziert werden. Hierzu sind jedoch äußere Zusatzanordnungen, um das Einwirken der Seitenkräfte zu reduzieren, notwendig, die Platz erfordern und unwirtschaftlich sind.

Eine andere Ausführungsform besteht aus einem Ring oder einem ringähnlichen Körper, an dessen Umkreis die Dehnungsmeßstreifen befestigt sind und welcher an zwei diametralen Punkten seines Umfangs von der Meßkraft beeinflußt wird. Die Dehnung in den Meßstreifen entsteht auch hier auf Grund der Biegemomente aus verschiedenen Richtungen und Größen, welche um den Umfang herum entstehen, sobald der Ring der Kraft ausgesetzt wird. Zwar kann bei Vorliegen exakter Ringsymmetrie bewiesen werden, daß das Einwirken der Seitenkräfte zu eliminieren ist. Dies ist aber bei unsymmetrischen Ringen nicht der Fall und in der Praxis auch nie erreichbar. Statt dessen wird die Einwirkung von

Seitenkräften durch äußere mechanische Steuerungsanordnungen reduziert, die z. B. aus einer Stange bestehen, welche an jedem Ende von Membranen gehalten wird und am einen Ende längs ihrer Längsachse von der Kraft beeinflusst wird, während ihr anderes Ende mit einer Seite des Ringes in Verbindung steht. Die Membranen sind in diesem Fall längs ihres Umfangs an der Unterlage fixiert, gegen die die andere Seite des Ringes stößt.

Eine dritte Ausführungsform, zu der die erfindungsgemäße Vorrichtung zu rechnen ist, besteht aus einem Parallelogramm mit zwei gegenüberliegenden Seiten solcher Abmessungen, daß sie relativ steif sind, und zwei gegenüberliegenden Seiten, die federnd und als Bänder geformt sind. Ein Beispiel dieser Ausführungsform wird in dem deutschen Patent 1052 708 gezeigt. Wenn man die eine steife Seite auf einer Unterlage fixiert und die Kraft in paralleler Richtung zur steifen Gegenseite an der anderen Seite angreifen läßt, dann werden die federnd ausgebildeten zwei Seiten Biegemomenten ausgesetzt, welche Dehnungen in deren Außenfasern hervorrufen und so ein Maß für die angreifende Kraft liefern. Die Größe der Biegemomente variiert jedoch längs der federnden Seiten, und nur gewisse Teile derselben erhalten meßbare Dehnungen, wenn die Konstruktion nicht überbelastet wird. Wird die Anordnung von einer Seitenkraft angegriffen, verursacht diese, wenn sie in der Ebene senkrecht zur Ebene des Parallelogramms angreift, ein Moment um eine Achse parallel zu dieser Ebene und den federnden Seiten, dessen Einwirkung dadurch reduziert werden kann, daß die Abschnitte der federnden Seiten eine größere Breite als Dicke erhalten. Greift die Seitenkraft längs der Ebene des Parallelogramms an, so verursacht diese dagegen Zug- oder Druckspannungen in den Federn, was in diesen einen unbedeutenden Dehnungszuwachs im Verhältnis zu den Dehnungen auf Grund der Biegemomente der Meßkraft mit sich führt. Diese Ausführungsform kann also Seitenkräfte von bedeutender Größe im Verhältnis zur Meßkraft enthalten.

Die von der Meßkraft hervorgerufenen Momente variieren in Größe und Richtung längs der Federn derart, daß sie in der Mitte der Federn (vorausgesetzt, daß die Federn an den steifen Seiten fest eingespannt sind) Null sind und proportional zum Abstand von der Mitte derselben zunehmen. Bei einer bandförmigen Ausführung mit etwa konstanter Dicke und Breite der Federn ist die entstandene Dehnung proportional zu den Momenten. Werden Dehnungsmeßstreifen an den Enden der Federn — wo die Dehnungen am größten werden — angeordnet, so erhalten diese eine längs ihrer Länge sich verändernde Dehnung, welche an den Enden am größten ist, die den steifen Seiten nahe kommen. Die Widerstandsänderung der Meßstreifen ist jedoch proportional zur Durchschnittsdehnung der Geber längs ihrer aktiven Drahtlänge, weshalb die größte Dehnung, welcher der Meßstreifen ausgesetzt wird, bedeutend größer ist als die Durchschnittsdehnung, sofern die Länge der Federn nicht bedeutend größer als jene der Dehnungsmeßstreifen ist. In einem solchen Fall wird jedoch die Größe der Meßvorrichtung unpraktisch groß und teuer in der Herstellung. Andernfalls haben bandförmig geformte Federn die Eigenschaft, daß die Ausbeute zwischen Dehnung und totaler Widerstandsänderung niedrig wird.

Außerdem führt dies mit sich, daß der Geber an einem Außenende, wo kein aktiver Widerstandsdraht vorhanden ist, größtmögliche Dehnung erhält. Dies ist nachteilig, da das Kriechen unproportional groß wird. Das Kriechen wird hierbei als Widerstandsänderungen auf Grund fehlender Nachgiebigkeit zwischen der Dehnung der Geber im Verhältnis zu jener der Unterlage definiert, was sich im Laufe der Zeit, während der der Geber Dehnungen ausgesetzt ist, erhöht. Man kann zeigen, daß das Kriechen des Gebers hauptsächlich deshalb aufkommt, da die Außenenden bei der Kraftüberführung zwischen Unterlage zum Geber Schubkräften ausgesetzt werden und die Enden dann dazu neigen, sich von der Unterlage zu lösen. Ein Dehnungsmeßstreifen, der an den Außenenden stärker als in der Mitte gedehnt wird, wird deshalb mehr kriechen als einer, der eine konstante Dehnung längs seiner Länge hat.

Für eine Kraftmeßvorrichtung, die eine Kraft in eine eindeutige Widerstandsänderung umwandeln soll, sind Widerstandsänderungen auf Grund von Kriechen natürlich ein erheblicher Nachteil. Nach dem deutschen Patent 1052 708 soll man den genannten Nachteilen dadurch entgangen sein, daß man in einer Ausführung die mechanischen Spannungen auf die Federnden konzentriert und die Meßstreifen dort angeordnet hat. Dadurch werden die Dehnungen auf die Mitte der Geber konzentriert. Die Abmessungen der Meßkörper werden jedoch hierbei im Verhältnis zur Meßlänge der Geber beträchtlich.

In der Regel ist der parallelogrammförmige Körper aus einem einzigen Materialstück hergestellt, um Reibungen zwischen den zusammengeführten Teilen zu vermeiden. Reibungen würden geänderte Momentverteilungen und damit Meßfehler hervorrufen. Die Herstellung von Parallelogrammen stellt sich aus diesem Grunde relativ teuer. Die bekannten Kraftmeßvorrichtungen dieser Art haben infolgedessen nur begrenzte Anwendung gefunden.

Ferner ist eine in ihrer Wirkung dem genannten deutschen Patent ähnliche Kraftmeßvorrichtung bekanntgeworden. Bei dieser Meßvorrichtung ist der Meßgeber in der Mitte des dicken Materials der Meßfeder angebracht. Er wird also einer solchen Dehnungsverteilung ausgesetzt, bei der die maximale Dehnung in der Mitte der Meßlänge des Gebers entsteht.

Es ist ferner eine Moment und Kraftmessende Vorrichtung bekannt, mit der sowohl die Größe als auch der Angriffspunkt einer Kraft bestimmt werden können. Um dies zu erreichen, müssen zwei Löcher in der Längsrichtung des Biegebalkens vorliegen, die versetzt sind. Die Funktion dieser Vorrichtung wird aber durch das Auftreten von Sekundärspannungen gestört.

Eine bekannte Kraftmeßvorrichtung weist ein rohrförmiges Schutzgehäuse mit Membranen an jedem Ende auf. Dieses Schutzrohr hat jedoch im wesentlichen die Aufgabe, den Meßkörper einzuschließen. Es stellt jedoch keinen aktiven Teil der Meßvorrichtung dar, durch den die Kraft von dem Meßkörper zu einer Unterlage übertragen würde.

Bei einer weiteren bekannten Meßvorrichtung liegt zum Zwecke eines Überlastungsschutzes eine kreisförmige Platte vor, gegen die ein Körper, der von der Meßkraft betätigt wird, anliegt, wenn die Meßkraft dem Meßkörper eine gewisse Verformung

erteilt. Diese Vorrichtung gibt lediglich einen Schutz für eine positive Richtung der Meßkraft.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Kraftmeßvorrichtung zu schaffen, die vorzugsweise für die Messung von Kräften kleiner als 1 t geeignet und bei einfacher und billiger Konstruktion so gestaltet ist, daß sie den Forderungen, die an die Dehnungsverteilung der Unterlagen der Drahtdehnungsmeßstreifen zu stellen sind, genügt und dabei eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Seitenkräften aufweist.

Dies wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß die federnden Teile eine von der Mitte nach beiden Richtungen gegen die steifen Teile zunehmende Dicke aufweisen, wobei die einander abgekehrten Seiten plan sind und die einander zugekehrten Seiten Zylinderflächen sind, und daß Dehnungsmeßstreifen symmetrisch zu der durch die Mittelpunkt der federnden Teile gehenden Linie befestigt sind.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung wird erreicht, daß die Federn auf Grund ihrer Ausbildung mit von der Mitte aus zunehmender Stärke die Entstehung von zusätzlichen Hohlkehlspannungen an den Befestigungsstellen verhindern und außerdem durch ihren verhältnismäßig kurzen, schwachen Teil gegen Druckbelastungen knickfest sind, weshalb große Seitenbelastungen in der Richtung wirken, die den Meßfedern Zug- und Druckkräfte gibt, welche die Federn bis zu ihrer Zug- oder Druckbruchgrenze aushalten.

Die Bemessungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind kleiner als bei Ausführungen nach den bekannten Konstruktionen. Der Grund hierfür ist, daß die Spannungsverteilungen in den Meßfedern auf Grund der von der Mitte aus zunehmenden Dicke gleichmäßiger werden. Schätzungsweise wird die Längenskala die Hälfte von derjenigen anderer Kraftgeber bei derselben Meßlänge der Dehnungsgeber.

Das Niederbiegen der Kraftmeßeinrichtung bei vorgegebener Kraft wird minimal. Der Grund hierfür ist, daß praktisch nur das Material, das unterhalb der Dehnungsgeber liegt, gedehnt wird und daß dieses Material verhältnismäßig nahe der Mitte der Federn liegt, wodurch die federnde Länge kurz ist.

Der Meßkörper ist billiger in der Herstellung als andere entsprechende bekannte Körper.

Die Fähigkeit, Seitenkräfte auszuhalten, ist größer als diejenige der bekannten Vorrichtungen, insbesondere für Seitenkraftrichtungen, die Zug- und Druckkräfte in den Meßfedern erzeugen. Der Grund hierfür ist, daß die Federn eine von ihrer Mitte aus zunehmende Dicke haben, wodurch Hohlkehlspannungen nicht entstehen, und daß die federnde Länge verhältnismäßig kürzer ist, wodurch die Gefahr des Knickens bei Druckkraftbelastung vermieden wird.

Die Bemessungen des Meßkörpers sind einfach zu berechnen.

Durch die angeführten Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird eine erheblich erweiterte Verwendbarkeit des Kraftgebers erreicht. Er ist dazu bestimmt, für Kraftmessung, z. B. zwischen verschiedenen Teilen in Maschinen in der mechanischen Industrie oder in Luftfahrzeugen oder zum Wiegen von Behältern oder Fahrzeugen in anderen Industriezweigen, verwendet zu werden. In sämtlichen Fällen müssen die Geber häufig in fertige Konstruktionen

eingesetzt werden, wobei die verfügbaren Räume sehr knapp sein können. Für Luftfahrzeuge ist das durch die obenerwähnten verringerten Abmessungen verringerte Gewicht außerdem von Wert. Die verringerte Größe wird besonders wichtig, wenn irgendeine Form von Kapselung erforderlich ist.

Insbesondere beim Messen von dynamischen — schnell variierenden — Kräften ist Steifheit bedeutungsvoll, da die Eigenfrequenz mit zunehmender Steifheit erhöht wird und dadurch höhere Frequenzen der Meßkräfte registriert werden können.

Die Kraftmeßeinrichtung gemäß der Erfindung hat bessere Eigenschaften, als die bei der obengenannten deutschen Patentschrift beschriebene Vorrichtung, wenigstens in einer gewissen Richtung der Seitenkräfte. Dies ist ein wesentlicher Vorteil im Vergleich mit dem dort beschriebenen Geber, da die Richtung erwarteter Seitenkräfte oft vorausgesehen und Meßfehler oder Zerstörung des Kraftgebers vermieden werden können.

Eine nahezu ideale Dehnungsverteilung wird dadurch erreicht, daß die einander zugekehrten Flächen aus zirkularen Zylinderflächen bestehen. Auf Grund des letztgenannten Verhältnisses erhält man eine besonders einfache Ausformung, da der Körper als ein Parallelepiped mit einem zylindrisch zirkularen Loch ausgeführt werden kann.

Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Meßvorrichtung so ausgebildet, daß sich zwischen den federnden Teilen mit je einer planen und einer zylindrischen Fläche ein oder mehrere federnde Teile mit den beiden Seiten, welche den zuerst genannten federnden Teilen zugekehrt sind, als Zylinderflächen ausgeformt befinden und daß alle diese federnden Teile nacheinander derart angeordnet sind, daß ihre Mittelachsen in ein und derselben mit der Richtung der Meßkraft parallelen Achse liegen.

Der steife Teil der Vorrichtung, welcher in seiner Lage fixiert ist, kann dadurch fixiert sein, daß er an der inneren zylindrischen Fläche eines die Vorrichtung umschließenden Zylinders mit seiner Längsachse in der Richtung der Meßkraft befestigt ist.

In der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele für die Kraftmeßeinrichtung gemäß der Erfindung gezeigt.

Fig. 1 und 2 zeigen eine prinzipielle Ausführung des Meßkörpers und

Fig. 3 und 4 die in den federnden Teilen entstehende Verteilung der Momente und der mechanischen Spannungen;

Fig. 5, 6 und 7 zeigen drei andere prinzipielle Ausführungsformen des Meßkörpers.

Eine komplette Konstruktion der Kraftmeßeinrichtung geht aus Fig. 8 hervor.

Laut Fig. 1 besteht der Kraftmeßgeber aus einem Körper, bestehend aus zwei federnden Teilen 1 und 2, deren eine Konturlinie plan und die andere eine zirkuläre Zylinderfläche ist. Die genannten Teile sind mit zwei steifen Teilen 3 und 4 in Verbindung, von welchen der eine, 3, an einer festen Unterlage 5 befestigt ist. Die Kraft, welche gemessen werden soll,  $P$ , greift am Teil 4 in einer Richtung an, die parallel zu der Längsachse der beiden steifen Teile 4, 5 ist. Durch die Einwirkung der Meßkraft entstehen mechanische Spannungen in den Teilen 1 und 2, welche mit Hilfe der Dehnungsmeßstreifen 6 gemessen werden. Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Körper gemäß Fig. 1 bei 2-2, welches die Mitte der federnden

den Teile ist, wobei hervorgeht, daß zwei Geber 6 Seite an Seite placiert sind. Fig. 3 zeigt die durch die Meßkraft  $P$  entstehenden Momente  $M$  in den federnden Teilen 1 und 2. Diese sind beim Schnitt 2-2 in Fig. 1 Null und nehmen proportional mit dem Abstand von der Schnittlinie mit verschiedenen Richtungen an den respektiven Seiten der Linie zu. Die Momente  $M$  geben Anlaß zu mechanischen Spannungen  $\sigma$  in den federnden Teilen, deren Variationen längs der oberen planen Fläche aus Fig. 4 hervorgeht;  $\sigma$  ist Null, wo  $M$  Null ist, und nimmt mit der Größe der Momente und des Widerstandsmoments von 1 und 2 zu. Das letztere variiert mit der Dicke und Breite der Teile, und weil die Dicke variiert, so ist die Spannung in jedem Abschnitt von 1 und 2 verschieden. Um deren Mitte herum ist die Dicke verhältnismäßig konstant, weshalb  $\sigma$  hauptsächlich proportional zur Zunahme von  $M$  mit dem Abstand von der Mitte zunimmt. Je größer der Abstand ist, desto mehr nimmt indessen die Dicke zu, weshalb die Zunahme von  $\sigma$  abnimmt, und an einer Stelle, wo die Dickenzunahme überwiegt, vermindert sich statt dessen die Momentzunahme und nimmt bis zu einem niedrigen Wert ab, welcher dem Widerstandsmoment der steifen Teile entspricht. Die Geber 6 sind an den Teilen placiert, welche die größte mechanische Spannung und damit Dehnung und damit einen solchen Umfang haben, daß deren Enden einer unbedeutenden Dehnung ausgesetzt werden. Da  $M$  an der Mitte der Teile 1 und 2 die Richtung wechselt, wechselt auch die entsprechende Spannung  $\sigma$  die Richtung, wodurch z. B. die Oberseite des linken Teiles von Teil 1 einem Zug in den Außenfasern und der rechte Teil einer Kompression in den entsprechenden Fasern ausgesetzt wird. In den übrigen Flächen der Teile 1 und 2 erhält man dieselben Spannungsvariationen, jedoch mit verschiedenen Richtungen. In der oberen Fläche des Teiles 2 erhält man also dieselben Richtungen, wie in Fig. 4 gezeigt wird, während auf der Unterseite von 1 und der Oberseite von Teil 2 entgegengesetzte Richtungen erhalten werden. Aus diesen Verhältnissen geht hervor, daß sowohl Dehnung als auch Stauchung in einem federnden Teil gleichzeitig erhalten werden, wodurch die Geber mit verschiedenen Vorzeichen von Widerstandsänderungen nahe zueinander placiert werden können. Dieses Verhältnis ist vom Gesichtspunkt der Temperaturkompensation wertvoll, da die Widerstandsänderungen in den Gebern auf Grund von Temperaturverschiedenheiten bei variierender Temperatur der Unterlage Anlaß zu Meßfehlern geben. Wenn die Geber auf derselben Unterlage nahe aneinander placiert sind, sind die Voraussetzungen für Temperaturverschiedenheiten minimal.

Fig. 5 und 6 zeigen einige andere Ausführungsbeispiele von Meßkörpern. In diesem Fall hat das zylindrische Loch, welches die Dickenvariation der weichen Teile längs ihrer Länge bestimmt, eine andere Geometrie als ein Kreis. Indem man die Dicke von der Mitte der Teile mehr oder weniger kräftig zunehmen läßt, wird die Variation der mechanischen Spannung längs der Länge der weichen Teile beeinflußt. Solche Ausführungsformen, welche aus den letztgenannten Figuren hervorgehen, gestatten die Erreichung von für gewisse Gebertypen oder Kombinationen von Meßkräften und Seitenkräften besonders geeignete Spannungsvariationen längs der Geber-

fläche, stellen sich aber in der Regel in der Herstellung teurer als das kreisförmige Loch, wie in Fig. 1 gezeigt wird.

Fig. 7 zeigt einen Meßkörper mit drei federnden Teilen 7, 8 und 9, welche Ausführung dadurch erreicht wird, daß zwei zylindrische Löcher nahe nebeneinander mit so großem Abstand angebracht werden, daß ein federnder Teil 9 entsteht. Dadurch wird die Steifheit des Körpers erhöht, so daß eine größere Meßlast angesetzt werden kann, als das bei einem Körper mit ungefähr denselben Abmessungen, jedoch mit nur zwei federnden Teilen der Fall ist, wenn dieselbe Dehnungsgröße und dieselbe Dehnungsverteilung vorausgesetzt wird. Wird ein solcher Körper von Seitenkräften angegriffen, so beeinflussen diese den Teil 9 in geringerem Ausmaß als die Teile 7 und 8. Aus diesem Grunde sollen die Dehnungsmeßstreifen in erster Linie auf Teil 9 placiert werden, alternativ jedoch auf den planen Teilen von 7 und 9, wie in Fig. 7 gezeigt wird.

Fig. 8 zeigt den Kraftgeber in einem Gehäuse eingefast, welches aufgeschlitzt ist, so daß dessen Konstruktion hervorgeht. Der Meßkörper 10 hat eine Ausführung mit kreisförmigem zylindrischem Loch wie in Fig. 1. Der eine steife Teil des Körpers ist mittels dreier Schrauben 11 in dem in der Figur aufgeschnittenen Gehäuse 12 oder mittels Schweißen oder Hartlöten befestigt. Das Gehäuse hat die Form eines dickwandigen, kurzen Rohres, das mit Schrauben an der Fundamentplatte 13 festgehalten wird, die in der Figur nicht gezeigt werden. Die Meßkraft  $P$  wird über einen Zapfen 14, welcher bei 10 durch Einschrauben in das Material bis zum Ansatz 15 am Zapfen fest verbunden und außerdem mittels eines durch den Meßkörper 10 und den Zapfen 14 eingetriebenen Sicherungsstiftes, der in der Figur nicht gezeigt wird, gesperrt ist, in den Meßkörper eingeführt. Zwischen dem Ansatz 15 und der Scheibe oder Mutter 16 wird eine Membran 17 festgeklemt, welche aus Metall oder Kunststoff besteht und so flexibel ist, daß sie für die Deformationen, denen sie ausgesetzt wird, wenn der Meßkörper 10 und  $P$  deformiert wird, eine unbedeutende Kraft aufnimmt. Die Scheibe oder Mutter 16 ist entweder geschweißt, gelötet oder auf den Zapfen 14 aufgeschraubt. Die Membran 17 ist längs ihres Umfangs durch Löten oder Kleben an dem Gehäuse 12 befestigt. Auf dem Meßkörper 10 ist im Verhältnis zur Gegenseite des Zapfens 14 ein kürzerer Zapfen 18 eingedreht, welcher an einer Membran 19 befestigt ist, die dieselben Abmessungen hat und aus demselben Material wie die Membran 17 und ebenfalls längs ihres Umfangs am Gehäuse 12 befestigt ist. Ein Teil der Membran 19 ist in der Figur weggelassen. In der Figur werden Dehnungsmeßstreifen 20 gezeigt, welche auf der Oberseite des Meßkörpers 10 an den Stellen befestigt sind, wo die federnden Teile die größte Dehnung erhalten.

Zusammen mit zwei weiteren Gebern, welche auf der Unterseite des Körpers 10 placiert und deshalb in der Figur nicht sichtbar sind, sind die Geber 20 zu einer Brückenschaltung zusammengeschaltet, zu welcher die Anschlußleitungen durch das Gehäuse 12 mittels einer dichtenden Durchführung eingeführt werden. Die Fundamentplatte 13, welche eine rechteckige Form hat, hat vier Befestigungslöcher 21 und ist mit einem ringförmigen Ansatz 22 versehen, welcher teils als Steuerung für das Gehäuse 12 und

teils zum Festklemmen der Membran 19 an dem Gehäuse 12 dient, so daß man eine gewisse Distanz zwischen der Membran 19 und Platte 13 erhält. Mit den zwei Membranen 17 und 19 kann das Innere des Kraftgebers von der Umgebung ganz abgedichtet werden, weshalb das beim Verschließen im Innern vorhandene Luftvolumen konstant eingeschlossen wird. Ändert sich die Temperatur des Kraftgebers, so führt dies einen geänderten Druck in dem eingeschlossenen Luftvolumen gegenüber dem Luftdruck der Umgebung mit sich. Dabei gibt dieser Druckunterschied Anlaß zu Kräften auf den Membranen 17 und 19, welche Kräfte auf den Meßkörper 10 übergeführt werden. Sind jedoch die Membranen 17 und 19 gleich groß, dann balancieren die entstandenen Kräfte einander aus, weshalb eine Resultierende mit derselben Richtung wie von der Meßkraft  $P$  nicht entsteht. Dasselbe Verhältnis entsteht, wenn die Temperatur konstant ist, jedoch statt dessen der äußere Luftdruck variiert. Der Kraftmeßgeber ist also für solche Variationen in Temperatur und Druck der Umgebung trotz seiner vollständigen Kapselung unempfindlich. Für Kraftgeber mit Meßbereichen der Größenordnung  $0 \pm 100$  kg und weniger ist ein mechanischer Überlastungsschutz besonders wertvoll. Bei der Ausführung des Kraftgebers laut Fig. 8 kann ein solcher leicht angebracht werden. Wenn ein Zapfen von der rechten Seite des Gehäuses 12 in der Figur in ein im Verhältnis zum Durchmesser des Zapfens größeres Loch in der Mitte der rechten Seite des Meßkörpers 10 eingeführt wird, erhält man auf Grund der Meßkraft  $P$  eine Begrenzung der Deformation des Meßkörpers 10. Innerhalb eines gewissen Kraftgebietes kann der Körper 10 frei vom Zapfen deformiert werden, wobei die Kraft via die weichen Teile zum Gehäuse 12 übergeführt wird. Nimmt jedoch die Kraft  $P$  über dieses Gebiet hinaus zu, dann kommt der Meßkörper 10 mit dem Zapfen in Verbindung, wobei die Kraft über den Zapfen direkt zum Gehäuse übergeführt wird, ohne daß die weichen Teile weiter belastet werden. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der genannte Zapfen an dem Gehäuse fixiert ist. Die beschriebene Art der Abdichtung und der Überlastungsschutz bilden jedoch keinen Teil der Erfindung.

Außer den gezeigten Ausführungsformen des Kraftgebers enthält die Erfindung andere. So können z. B. mehrere Meßkörper untereinander zusammengekuppelt werden, wie es der Fall wäre, wenn in Ausführung laut Fig. 7 dieser Körper in der Mitte durch den weichen Teil 9 geteilt werden und nur die steifen Teile vereint sein würden.

#### Patentansprüche:

1. Kraftmeßeinrichtung, bestehend aus zwei oder mehreren parallelen, zur Richtung der Meßkraft senkrechten und in Kraftrichtung hintereinandergelagerten federnden Teilen, deren Enden mit zwei steifen Teilen fest verbunden sind, wovon der eine steife Teil im Verhältnis zur Umgebung und zur Einwirkung der Meßkraft in seiner Lage fixiert ist und der andere steife Teil von der Meßkraft beeinflusst wird, wobei die federnden Teile zusammen mit den steifen Teilen aus einem Stück gearbeitet und die federnden Teile mit Dehnungsmeßstreifen versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die federnden Teile (1, 2) eine von der Mitte nach beiden Richtungen gegen die steifen Teile (3, 4) zunehmende Dicke aufweisen, wobei die einander abgekehrten Seiten plan sind und die einander zugekehrten Seiten Zylinderflächen sind, und daß Dehnungsmeßstreifen (6) symmetrisch zu der durch die Mittelpunkte der federnden Teile gehenden Linie befestigt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugekehrten Flächen aus zirkularen Zylinderflächen bestehen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen den federnden Teilen (1, 2) mit je einer planen und einer zylindrischen Fläche ein oder mehrere federnde Teile (9) mit den beiden Seiten, welche den zuerst genannten federnden Teilen zugekehrt sind, als Zylinderflächen ausgeformt befinden und daß alle diese federnden Teile nacheinander derart angeordnet sind, daß ihre Mittelachsen in ein und derselben mit der Richtung der Meßkraft parallelen Achse liegen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der steife Teil (3) der Vorrichtung, welcher in seiner Lage fixiert ist, dadurch fixiert ist, daß er an der inneren zylindrischen Fläche eines die Vorrichtung umschließenden Zylinders (12) mit seiner Längsachse in der Richtung der Meßkraft befestigt ist.

#### In Betracht gezogene Druckschriften:

Britische Patentschrift Nr. 757 211;  
USA.-Patentschrift Nr. 2 472 047, 2 597 751,  
2 866 059.

#### In Betracht gezogene ältere Patente:

Deutsches Patent Nr. 1 125 205.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

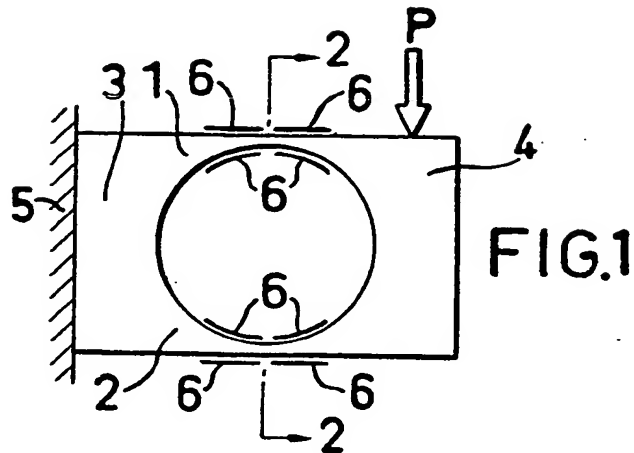


FIG. 1



FIG. 2

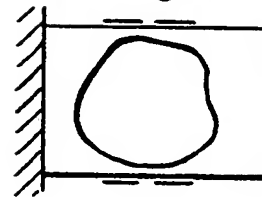


FIG. 5

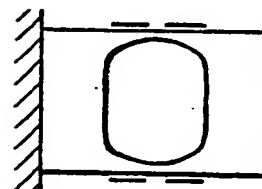


FIG. 6

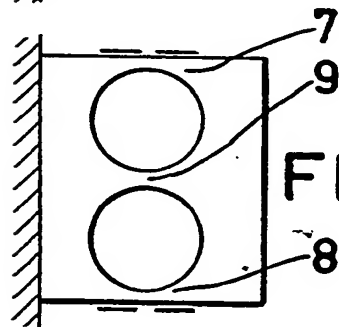


FIG. 7

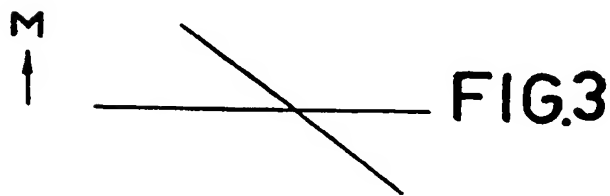


FIG. 3

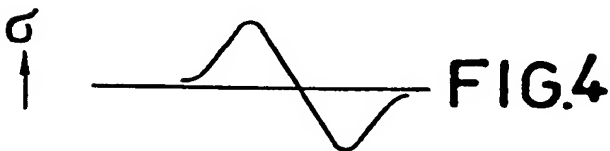


FIG. 4

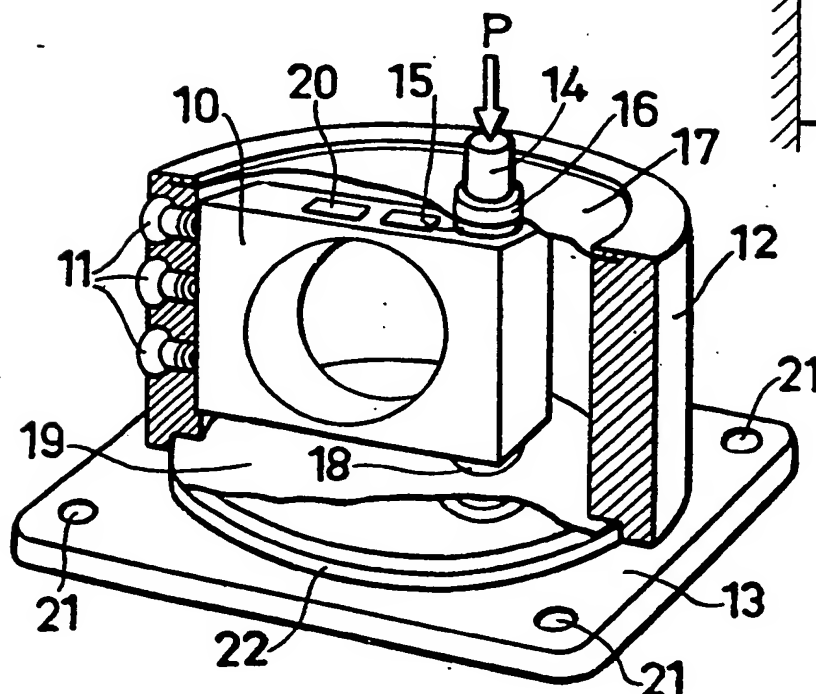


FIG. 8